

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-104221
(P2002-104221A)

(43) 公開日 平成14年4月10日 (2002.4.10)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
B 6 2 D 6/00		B 6 2 D 6/00	3 D 0 3 2
G 0 5 B 11/36		G 0 5 B 11/36	G 5 H 0 0 4
13/02		13/02	B
// B 6 2 D 113:00		B 6 2 D 113:00	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2000-301818(P2000-301818)

(22) 出願日 平成12年10月2日 (2000.10.2)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 定野 温

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(72) 発明者 川添 寛

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(74) 代理人 100105153

弁理士 朝倉 悟 (外1名)

最終頁に続く

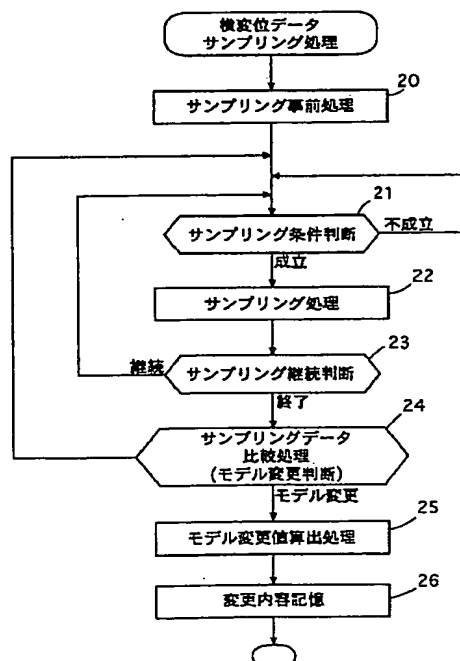
(54) 【発明の名称】 車線追従制御装置

(57) 【要約】

【課題】 生産バラツキ等に起因して操舵系フリクションにバラツキが生じて、また、経時変化で操舵系フリクションが変化しても、車両個々に各走行場面にて同定を行ったのと同様に、その車両に最適なモデルを得ることができ、結果として、車線追従制御性能を最適なものにすることができる車線追従制御装置を提供すること。

【解決手段】 操舵系フリクションを考慮したモデルを用いたオブザーバにて算出する制御指令算出手段を有する車線追従制御装置において、横変位データをサンプリングするサンプリング手段と、予めモデル誤差の無い理想的な状態で制御を行った場合の横変位分布を得ておき、この横変位理想分布と自車の横変位分布を示すサンプリングデータとを比較するサンプリングデータ比較手段と、サンプリングデータが理想分布に対しバラツキが大きい場合、モデル内のフリクション項の値を増大させ、サンプリングデータが理想分布に対しバラツキが小さい場合、モデル内の操舵系フリクション項の値を減少させる操舵系フリクション補償手段とを設けた。

横変位データサンプリング処理フローチャート



・【特許請求の範囲】

【請求項1】 自車走行位置と車線中央位置との横変位を入力とし、車線中央位置に自車を追従させる制御指令を、操舵系フリクションを考慮したモデルを用いたオブザーバにて算出する制御指令算出手段を有し、自動操舵モードでの走行時、車線中央位置に自車を追従させるべく算出された制御指令を自動操舵アクチュエータに出力する車線追従制御装置において、

自動操舵モードでの走行時、横変位データをサンプリングし、多数のサンプリングデータを得るサンプリング手段と、

予めモデル誤差の無い理想的な状態で制御を行った場合の横変位分布を得ておき、この横変位理想分布と自車の横変位分布を示すサンプリングデータとを比較するサンプリングデータ比較手段と、

サンプリングデータが理想分布に対しバラツキが大きい場合、操舵系フリクションがモデル想定値に対し大きいと判断し、前記モデル内のフリクション項の値を増大させ、サンプリングデータが理想分布に対しバラツキが小さい場合、操舵系フリクションがモデル想定値に対し小さいと判断し、前記モデル内の操舵系フリクション項の値を減少させる操舵系フリクション補償手段と、

を設けたことを特徴とする車線追従制御装置。

【請求項2】 請求項1に記載の車線追従制御装置において、

前記サンプリング手段により得られた自車の横変位分布の最大頻度位置と車線中央位置との車両オフセット量を算出する車両オフセット量算出手段を設け、

前記制御指令算出手段を、算出された車両オフセット量を入力し、車線中央位置のオフセット補正により制御指令を算出する手段としたことを特徴とする車線追従制御装置。

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載の車線追従制御装置において、

車速が下限車速と上限車速の範囲内で、道路曲率が上限曲率未満であるというサンプリング条件を判断するサンプリング条件判断手段を設け、

前記サンプリング手段を、前記サンプリング条件判断手段によりサンプリング条件が成立であると判断されたときに横変位データをサンプリングする手段としたことを特徴とする車線追従制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、走行時に車線情報を取り込み、操舵トルクを操舵力伝達系に与えることで車線中央位置に自車を追従させる自動操舵を行う制御装置、もしくは、操舵反力トルクを操舵力伝達系に与えることで車線中央位置に自車を追従させるべくドライバー操舵をサポートする制御装置として適用される車線追従制御装置の技術分野に属する。

【0002】

【従来の技術】高速道路等で車線中央位置を走行するように車両の操舵系を制御する車線追従制御装置（Lane Keeping Assistance System）は、車線を認識するカメラ&画像処理装置、レーンキープコントロールユニット、ステアリングアクチュエータ等から構成され、車線追従制御は、カメラより得られる前方注視点（自車位置）と車線中央位置との横変位を入力し、ステアリングアクチュエータ内のモータへの指令電流を算出する。この指令電流算出手段として、図10に示すように、操舵系フリクションを考慮したモデルを用いたオブザーバにて算出される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の車線追従制御装置にあっては、オブザーバを設計する際、モデル内の操舵系フリクション項（図10のa55）を、バラツキや経時変化を加味した上で、ノミナル値等の固定値で設定しているため、生産バラツキにより、設定値に対して過大（過小）なフリクションの部品が組み合わさった時、設定したモデルとの誤差が生じ、車線追従性能が低下してしまう。

【0004】具体的には、過大なフリクションの部品が組み付けられた場合、オブザーバで算出される電流値では所望の操舵トルクが得られず、結果として制御ゲインが低下する。つまり、本来望ましい車線追従制御に対しふらつきが大きくなる。

【0005】逆に、フリクションが小さい部品が組み付けられたり、あるいは、経時変化によりフリクションが低下した場合、オブザーバで算出される電流値では操舵トルクが過大となり、ハイゲインの状態での制御することになる。そのため、ドライバーが回避操作等で車線追従制御に抗してハンドル操作する場合に、ハンドルの重さを感じることであり、違和感を生じさせてしまう。

【0006】上記問題点の解決手段として、工場出荷時に車両個々に同定を行い、操舵系フリクション項を最適化するという案がある。

【0007】しかし、生産される車両個々に同定作業が必要となり、多大な工数が必要となってしまう。また、通常、同定作業は工場出荷時にしか行わないため、経時変化によるフリクション低下（変化）には対応することができない。

【0008】本発明は、上記問題点に着目してなされたもので、その目的とするところは、生産バラツキ等に起因して操舵系フリクションにバラツキが生じても、また、経時変化で操舵系フリクションが変化しても、車両個々に各走行場面にて同定を行ったのと同様に、その車両に最適なモデルを得ることができ、結果として、車線追従制御性能を最適なものにすることができる車線追従制御装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1記載の発明では、自車走行位置と車線中央位置との横変位を入力とし、車線中央位置に自車を追従させる制御指令を、操舵系フリクションを考慮したモデルを用いたオブザーバにて算出する制御指令算出手段を有し、自動操舵モードでの走行時、車線中央位置に自車を追従させるべく算出された制御指令を自動操舵アクチュエータに出力する車線追従制御装置において、自動操舵モードでの走行時、横変位データをサンプリングし、多数のサンプリングデータを得るサンプリング手段と、予めモデル誤差の無い理想的な状態で制御を行った場合の横変位分布を得ておき、この横変位理想分布と自車の横変位分布を示すサンプリングデータとを比較するサンプリングデータ比較手段と、サンプリングデータが理想分布に対しバラツキが大きい場合、操舵系フリクションがモデル想定値に対し大きいと判断し、前記モデル内のフリクション項の値を増大させ、サンプリングデータが理想分布に対しバラツキが小さい場合、操舵系フリクションがモデル想定値に対し小さいと判断し、前記モデル内の操舵系フリクション項の値を減少させる操舵系フリクション補償手段と、を設けたことを特徴とする。

【0010】請求項2記載の発明では、請求項1に記載の車線追従制御装置において、前記サンプリング手段により得られた自車の横変位分布の最大頻度位置と車線中央位置との車両オフセット量を算出する車両オフセット量算出手段を設け、前記制御指令算出手段を、算出された車両オフセット量を入力し、車線中央位置のオフセット補正により制御指令を算出する手段としたことを特徴とする。

【0011】請求項3記載の発明では、請求項1または請求項2に記載の車線追従制御装置において、車速が下限車速と上限車速の範囲内で、道路曲率が上限曲率未満であるというサンプリング条件を判断するサンプリング条件判断手段を設け、前記サンプリング手段を、前記サンプリング条件判断手段によりサンプリング条件が成立であると判断されたときに横変位データをサンプリングする手段としたことを特徴とする。

【0012】

【発明の作用および効果】請求項1記載の発明にあっては、自動操舵モードでの走行時、制御指令算出手段において、自車走行位置と車線中央位置との横変位を入力とし、車線中央位置に自車を追従させる制御指令が、操舵系フリクションを考慮したモデルを用いたオブザーバにて算出され、算出された制御指令が自動操舵アクチュエータに出力されることで、ドライバー操舵によらず車線に追従する走行が確保される。この自動操舵モードでの走行時、サンプリング手段において、横変位データがサンプリングされ、多数のサンプリングデータが得られる。そして、サンプリングデータ比較手段において、予めモデル誤差の無い理想的な状態で制御を行った場合の

横変位分布を得ておき、この横変位理想分布と自車の横変位分布を示すサンプリングデータとが比較され、操舵系フリクション補償手段において、サンプリングデータが理想分布に対しバラツキが大きい場合、操舵系フリクションがモデル想定値に対し大きいと判断し、モデル内のフリクション項の値が増大され、サンプリングデータが理想分布に対しバラツキが小さい場合、操舵系フリクションがモデル想定値に対し小さいと判断し、モデル内の操舵系フリクション項の値が減少される。すなわち、サンプリングデータによる横変位分布が横変位理想分布と一致するということは、モデル誤差が無く自車の操舵系フリクションがモデル想定値と一致していることを意味する。このため、サンプリングデータによる横変位分布が横変位理想分布に対しバラツキが大きい、つまり、理想分布に対して車線中央位置から離れた横変位分布になるということは、ふらつきの大きい低いゲインによる制御が行われたことを表し、操舵系フリクションがモデル想定値に対し大きいといえる。また、サンプリングデータによる横変位分布が横変位理想分布に対しバラツキが小さい、つまり、理想分布に対して過剰に車線中央位置に寄った横変位分布となるということは、必要以上に高いゲインによる制御が行われたことを表し、操舵系フリクションがモデル想定値に対し小さいといえる。よって、サンプリングデータによる横変位分布と横変位理想分布との比較に基づき、モデル内の操舵系フリクション項の値を適正值とする操舵系フリクション補償を行うことで、生産バラツキ等に起因して操舵系フリクションにバラツキが生じて、また、経時変化で操舵系フリクションが変化しても、車両個々に各走行場面にて同定を行ったのと同様に、その車両に最適なモデルを得ることができ、結果として、車線追従制御性能を最適なものにすることができる。

【0013】請求項2記載の発明にあっては、車両オフセット量算出手段において、サンプリング手段により得られた自車の横変位分布の最大頻度位置と車線中央位置との車両オフセット量が算出され、制御指令算出手段において、算出された車両オフセット量が入力され、車線中央位置のオフセット補正により制御指令が算出される。すなわち、操舵角センサーの中立点ずれやカメラの取付点ずれ等によって、定常的なオフセット量が発生している場合には、車線中央位置からオフセット量だけ離れた位置を走行目標位置とする車線追従制御となる。これに対し、定常的なオフセット量が発生している場合、サンプリングデータにより作成される横変位分布では、車線中央位置からオフセット量だけ離れた位置が最大頻度位置となる。よって、サンプリングデータにより作成される横変位分布を利用することで、定常的なオフセット量を把握することができ、その値を車線追従制御にフィードバックすることで、車線追従制御時の車両オフセットを解消することができる。

【0014】請求項3記載の発明にあっては、サンプリング条件判断手段において、車速が下限車速と上限車速の範囲内、道路曲率が上限曲率未満であるというサンプリング条件が判断され、サンプリング手段において、サンプリング条件が成立であると判断されたときに横変位データがサンプリングされる。すなわち、自動操舵モードでの走行中に常に横変位データをサンプリングするようにすると、高速走行時にはサンプリングデータによる横変位分布が横変位理想分布に対しバラツキが小さいものとなるし、逆に、低速走行時にはサンプリングデータによる横変位分布が横変位理想分布に対しバラツキが大きいものとなる。また、旋回半径が小さいカーブを走行している時には、サンプリングデータによる横変位分布が横変位理想分布に対しバラツキが大きいものとなる。つまり、操舵系フリクションに起因して横変位分布のバラツキが変化する以外に、車速や道路曲率に起因してもバラツキが変化し、このバラツキは操舵系フリクションを推定する場合、推定精度を低くする原因となる。よって、車速や道路曲率に起因して横変位分布のバラツキが変化するような条件を排除して横変位データをサンプリングするようにすることで、自動操舵モードでの走行中に精度良く操舵系フリクションを推定することができる。

【0015】

【発明の実施の形態】（実施の形態1）まず、構成を説明する。

【0016】図1は実施の形態1の車線追従制御装置が適用された自動車用操舵系を示す全体システム図であり、ステアリングコラム1にはコラムシャフト2が内挿支持され、前記コラムシャフト2の上端部にはステアリングホイール3が設けられ、前記コラムシャフト2の下端部には左右の車輪4、5を転舵する油圧パワーステアリング機構6が連結され、前記コラムシャフト2の途中位置には補助操舵トルクを付与するアシストアクチュエータ7（自動操舵アクチュエータ）が設けられている。

【0017】前記アシストアクチュエータ7は、モーター8と、モータ軸に設けられた電磁クラッチ9と、該電磁クラッチ9を介してモーター8により回転駆動される駆動歯車10と、該駆動歯車10に噛み合う被駆動歯車11によるウォーム&ホイール減速機構を有して構成されている。

【0018】前記コラムシャフト2のステアリングホイール3に近い位置には、コラムシャフト2の回転角度を検出する操舵角センサー13が設けられ、また、前記駆動歯車10の電磁クラッチ9とは反対側の歯車軸端部には、駆動歯車10の回転角度を検出するエンコーダー

（角度センサー）14が設けられ、操舵角センサー13及びエンコーダー14からのセンサ信号は、レーンキープコントロールユニット15に入力される。

【0019】前記レーンキープコントロールユニット1

5には、操舵角センサー13及びエンコーダー14からのセンサ信号以外に、進行方向の前方道路を撮影するCCDカメラと画像処理回路を一体に持つカメラ&画像処理装置16からの自転車走行状態情報と、車速センサー等からの車両系各種信号が入力され、レーンキープコントロールユニット15からは、モーター8に対しモーター駆動する制御電流が出力されると共に、電磁クラッチ9に対し断接指令が出力される。

【0020】前記カメラ&画像処理装置16では、CCDカメラからの信号に基づく前方道路映像を画像処理し、白線あるいはセンターラインなどの前方車線の境界線が抽出識別され、自転車走行位置と車線中央位置との横変位を含む自転車走行状態情報が作成される。

【0021】前記レーンキープコントロールユニット15には、横変位を入力とし、車線中央位置に自転車を追従させる制御電流を、操舵系フリクションを考慮したモデルを用いたオブザーバにて算出する制御電流算出部を有し、自動操舵モードでの走行時、車線中央位置に自転車を追従させるべく算出された制御電流をモーター8に出力する車線追従制御が行われる。

【0022】次に、作用を説明する。

【0023】〔横変位データサンプリング処理〕図2はレーンキープコントロールユニット15で行われる横変位データサンプリング処理の流れを示すフローチャートで、以下、各ステップについて説明する。

【0024】ステップ20では、サンプリング事前処理が行われる。

【0025】ステップ21では、サンプリング条件が判断され、不成立の場合にはサンプリング処理に進まず、成立の場合にはステップ22のサンプリング処理に進む（サンプリング条件判断手段）。

【0026】ここで、サンプリング条件は、

1) $V_0 < \text{車速} < V_1$

V_0 : サンプリング下限車速（例えば、70 km/h）

V_1 : サンプリング上限車速（例えば、110 km/h）

2) 曲率 $R < R_0$

R_0 : サンプリング上限曲率（例えば、300 R）

3) サンプリング禁止フラグ = 0

サンプリング禁止フラグは禁止時に1であり、システム故障時、または、非制御時、または、ドライバー介入時、または、ウィンカー作動時にサンプリング禁止フラグ=1とされる。

【0027】ステップ22では、横変位データをサンプリングし、多数のサンプリングデータを得るサンプリング処理が行われる（サンプリング手段）。

【0028】このサンプリング処理では、

1) データ数カウントアップ

2) 平均値算出

3) 分散値（標準偏差）算出

が行われる。

【0029】ステップ23では、サンプリング継続判断が行われる。ここで、データ数Nがサンプリング終了データ数N0未満の場合にはサンプリング継続と判断し、ステップ21及びステップ22の処理を繰り返し、データ数Nがサンプリング終了データ数N0以上になるとステップ24へ進む。

【0030】ステップ24では、予めモデル誤差の無い理想的な状態で制御を行った場合の横変位分布を得ておき、この横変位理想分布と自車の横変位分布を示すサンプリングデータとが比較され、両分布の分散値（平方和）に差が認められる場合、モデル変更を行う必要があると判断し、ステップ25へ進む（サンプリングデータ比較手段）。

【0031】このサンプリングデータ比較処理（モデル変更判断）は、図4に示すように、分散値（平方和）の比較によりなされる。すなわち、サンプリングデータから統計値として、平均値 Y （ $Y = \sum Y_i / n$ ）と分散値 S （ $S = \sum (Y_i - Y)^2$ ）が算出される。横変位理想分布である比較データには、平均値 Y と分散値 S に対応する比較データ平均値 Y_m と比較データ分散値 S_m を持つ。上記算出データの分散値 S を比較データの分散値 S_m により除することで、分散度の比較値を示す分散比 x_0^2 を算出する。

$$x_0^2 = S / S_m$$

この分散比 x_0^2 を $x^2(n-1, 0.05)$ 、 $x^2(n-1, 0.95)$ と比較し、比較データに対し算出データが大きくなった、あるいは、小さくなったかを検定する。検定結果、分散値 S と分散値 S_m に差が認められる場合、モデル変更を行う必要があると判断し、フリクション項の修正値の算出を行う。

【0032】ステップ25では、図3に示すモデル変更フローチャートにしたがって、分散値 S と分散値 S_m の差に応じ、フリクション項の修正値（modelGAIN）が算出されると共に、モデル変更フラグがセットされる。

【0033】ステップ26では、変更内容であるフリクション項の修正値（modelGAIN）が記憶される。

【0034】【モデル変更処理】図3はレーンキープコントロールユニット15で行われるモデル変更処理の流れを示すフローチャートで、以下、各ステップについて説明する。

【0035】ステップ30では、1) C/U機能初期診断、2) R/L Y、各種信号関係初期診断によるイニシャル処理が行われる。

【0036】ステップ31では、EEP ROMよりモデル変更データ（モデル変更フラグ、フリクション項修正値）が読み出される。

【0037】ステップ32では、モデル変更フラグ=1かどうか判断される。

【0038】ステップ33では、ステップ32で変更要と判断された場合、マトリックス内のフリクション項 a_{55}

を変更するモデル変更処理が行われる（操舵系フリクション補償手段）。

【0039】モデル変更処理について説明すると、図5に示すように、オブザーバ演算に用いるマトリックス内のフリクション（関連）項 a_{55} の修正値は、当初設定した値に計数をかけ新たな値となるような計数（modelGAIN）を算出する。

$$\text{ModelGAIN} = f(k) * x_0$$

ここで、 $f(k)$ は、実験的に求めた関数、 x_0 は分散値 S と分散値 S_m との差である。そして、無制限にフリクション項 a_{55} の値が変更されるのを防ぐ目的でリミット処理を行う。

【0040】ステップ34では、モデル変更終了が確認され、通常制御へと移行する。具体的には、変更後のフリクション項 a_{55} が規定範囲以外の値、0等、本来取得できない値となっていないかのチェックを行うことで確認される。

【0041】【操舵系フリクション補償作用】横変位を入力とし、車線中央位置に自車を追従させる自動操舵モードでの走行時、図2のフローチャートで、ステップ20→ステップ21→ステップ22→ステップ23へと進み、ステップ21→ステップ22→ステップ23を繰り返す流れとなり、この間、ステップ22において、横変位データがサンプリングされ、サンプリング終了データ数N0によるサンプリングデータが得られる。このサンプリングデータを、横軸を横変位とし縦軸を頻度とする横変位分布によりあらわすと、例えば、バラツキが大きい場合には、図6に示すように、車線中央から離れた横変位まで広がる横変位分布となり、また、バラツキが小さい場合には、図7に示すように、横変位が車線中央にほぼ集中する横変位分布となる。

【0042】そして、ステップ23にてサンプリング継続判断が終了すると、ステップ24において、予めモデル誤差の無い理想的な状態で制御を行った場合の横変位分布を得ておき（図8）、この横変位理想分布と自車の横変位分布を示すサンプリングデータ（例えば、図6や図7）とが比較される。

【0043】そして、ステップ24において、算出データの分散値 S と比較データの分散値 S_m に差が認められる場合、モデル変更を行う必要があると判断され、ステップ25へ進み、ステップ25では、図3に示すモデル変更フローチャートにしたがって、分散値 S と分散値 S_m の差 x_0 に応じ、オブザーバに用いるマトリックス内のフリクション項 a_{55} の計数modelGAINが算出され、当初設定されているフリクション項 a_{55} に計数modelGAINをかけることで、新たなフリクション項 a_{55} とする修正が行われる。

【0044】具体的には、例えば、図6に示すように、サンプリングデータが理想分布に対しバラツキが大きい場合、操舵系フリクションがモデル想定値に対し大きい

と判断し、モデル内のフリクション項 a_{55} の値が増大され、逆に、図7に示すように、サンプリングデータが理想分布に対しバラツキが小さい場合、操舵系フリクションがモデル想定値に対し小さいと判断し、モデル内の操舵系フリクション項 a_{55} の値が減少される。

【0045】すなわち、サンプリングデータによる横変位分布が横変位理想分布と一致するということは、モデル誤差が無く自車の操舵系フリクションがモデル想定値と一致していることを意味する。

【0046】このため、例えば、フリクションが大きい部品が組み付けられた場合、オブザーバで算出される電流値では所望の操舵トルクが得られず、結果として、ゲインが低下し、望ましい制御に対しふらつきが大きくなる。すなわち、サンプリングデータによる横変位分布が横変位理想分布に対しバラツキが大きい、つまり、図4に示すように、比較データの理想分布に対し、サンプリングデータによる横変位分布は、車線中央位置から離れた横変位分布であるということは、ふらつきの大きい低いゲインによる制御が行われたことを表し、操舵系フリクションがモデル想定値に対し大きいといえる。

【0047】一方、例えば、フリクションが小さい部品が組み付けられたり、あるいは、経時変化でフリクションが低下した場合、オブザーバで算出される電流値では操舵トルクが過大になり、ハイゲインの状態での制御することになる。すなわち、サンプリングデータによる横変位分布（図7）が横変位理想分布（図8）に対しバラツキが小さい、つまり、理想分布に対して過剰に車線中央位置に寄った横変位分布となるということは、前記のように、必要以上に高いゲインによる制御が行われたことを表し、操舵系フリクションがモデル想定値に対し小さいといえる。

【0048】よって、サンプリングデータによる横変位分布と横変位理想分布との比較に基づき、モデル内の操舵系フリクション項 a_{55} の値を適正值とする操舵系フリクション補償を行うことで、生産バラツキ等に起因して操舵系フリクションにバラツキが生じて、また、経時変化で操舵系フリクションが変化しても、車両個々に各走行場面に同定を行ったのと同様に、その車両に最適なモデルを得ることができ、結果として、車線追従制御性能を最適なものにすることができる。

【0049】【オフセット補正作用】上記のように、ステップ22において、横変位データがサンプリングされ、サンプリング終了データ数 N_0 によるサンプリングデータが得られると、このサンプリングデータを、横軸を横変位とし縦軸を頻度とする横変位分布によりあらわされる。

【0050】この場合、操舵角センサー13の中立点ずれやCCDカメラの取付点ずれ等によって、定常的なオフセット量が発生している場合には、図9に示すように、横変位分布で最大頻度の位置が車線中央位置からオ

フセット量だけずれた位置となる。

【0051】そこで、サンプリング処理により得られた自車の横変位分布の最大頻度位置と車線中央位置との車両オフセット量を算出し、この算出された車両オフセット量を車線追従制御にフィードバックし、車線中央位置をオフセット補正することにより、制御電流を算出するようにしている。

【0052】よって、サンプリングデータにより作成される横変位分布を利用することで、定常的なオフセット量を把握することができ、その値を車線追従制御にフィードバックすることで、車線追従制御時の車両オフセットを解消することができる。

【0053】【サンプリング条件判断作用】図2のフローチャートのステップ2.1においては、車速 V が下限車速 V_0 と上限車速 V_1 の範囲内で、道路曲率 R が上限曲率 R_0 未満であるというサンプリング条件が判断され、このサンプリング条件が成立であると判断されたときにステップ2.2へ進み、横変位データがサンプリングされる。

【0054】すなわち、自動操舵モードでの走行中に、何ら条件を課することなく常に横変位データをサンプリングするようにすると、高速走行時にはサンプリングデータによる横変位分布が横変位理想分布に対しバラツキが小さいものとなるし、逆に、低速走行時にはサンプリングデータによる横変位分布が横変位理想分布に対しバラツキが大きいものとなる。また、旋回半径が小さいカーブを走行している時には、サンプリングデータによる横変位分布が横変位理想分布に対しバラツキが大きいものとなる。

【0055】つまり、操舵系フリクションに起因して横変位分布のバラツキが変化する以外に、車速 V や道路曲率 R に起因してもバラツキが変化し、このバラツキは操舵系フリクションを推定する場合、推定精度を低くする原因となる。

【0056】よって、車速 V や道路曲率 R に起因して横変位分布のバラツキが変化するような条件を排除して横変位データをサンプリングするようにすることで、自動操舵モードでの走行中に精度良く操舵系フリクションを推定することができる。

【0057】次に、効果を説明する。

【0058】(1) サンプリングデータによる横変位分布と横変位理想分布との比較に基づき、モデル内の操舵系フリクション項 a_{55} の値を適正值とする操舵系フリクション補償を行うように構成したため、生産バラツキ等に起因して操舵系フリクションにバラツキが生じて、また、経時変化で操舵系フリクションが変化しても、車両個々に各走行場面に同定を行ったのと同様に、その車両に最適なモデルを得ることができ、結果として、車線追従制御性能を最適なものにすることができる。

【0059】(2) サンプリングデータにより得られた自

車の横変位分布の最大頻度位置と車線中央位置との車両オフセット量を算出し、このオフセット量を車線追従制御にフィードバックする構成としたため、定常的なオフセット量を把握することができ、その値を車線追従制御にフィードバックすることで、車線追従制御時の車両オフセットを解消することができる。

【0060】(3) 車速Vが下限車速V0と上限車速V1の範囲内で、道路曲率Rが上限曲率R0未満であるというサンプリング条件が成立であると判断されたときに横変位データをサンプリングする構成としたため、自動操舵モードでの走行中に精度良く操舵系フリクションを推定することができる。(その他の実施の形態) 実施の形態1では、自動操舵時に操舵トルクを付与する制御装置への適用例を示したが、自動操舵時に操舵反力トルクを付与する制御装置へ適用しても良い。この場合、ドライバーの介入度合いが大きいほど操舵反力トルクが小さくなる制御が行われる。

【0061】実施の形態1では、図2のステップ24において、サンプリングした横変位データの統計値を算出し、記憶しているが、サンプリングした横変位データを規定個(上記N0相当)記憶し、 $N > N0$ の場合、データの古い順に上書きし、常に最新データを記憶する場合もあり得る。この場合、図2のステップ23におけるサンプリング継続判断の代わりに、統計値算出を行う。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施の形態1の車線追従制御装置が適用された自動車用ステアリング系を示す全体システム図である。

【図2】実施の形態1におけるレーンキープコントロールユニットで行われるで行われる横変位データサンプリング処理の流れを示すフローチャートである。

【図3】実施の形態1におけるレーンキープコントロールユニットで行われるで行われるモデル変更処理の流れ

を示すフローチャートである。

【図4】サンプリングデータと比較データによる分散値の比較方法を示す横変位分布特性図である。

【図5】制御電流を算出するオブザーバ演算に用いるマトリックス内のフリクション項を示す図である。

【図6】バラツキが大きい場合のサンプリングデータによる横変位分布を示す特性図である。

【図7】バラツキが小さい場合のサンプリングデータによる横変位分布を示す特性図である。

【図8】モデル誤差の無い理想的な状態で制御を行った場合の横変位分布を示す特性図である。

【図9】オフセットがある場合の横変位分布を示す特性図である。

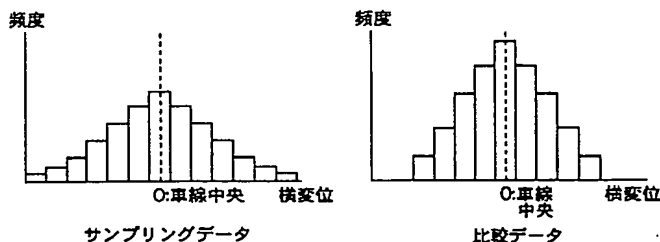
【図10】従来の制御系構成(オブザーバモデル)とオブザーバ演算に用いるマトリックス内のフリクション項を示す図である。

【符号の説明】

- 1 ステアリングコラム
- 2 コラムシャフト
- 3 ステアリングホイール
- 4, 5 左右の車輪
- 6 油圧パワーステアリング機構
- 7 アシストアクチュエータ(自動操舵アクチュエータ)
- 8 モーター
- 9 電磁クラッチ
- 10 駆動歯車
- 11 被駆動歯車
- 13 操舵角センサー
- 14 エンコーダー
- 15 レーンキープコントロールユニット
- 16 カメラ&画像処理装置

【図4】

分散値の比較方法



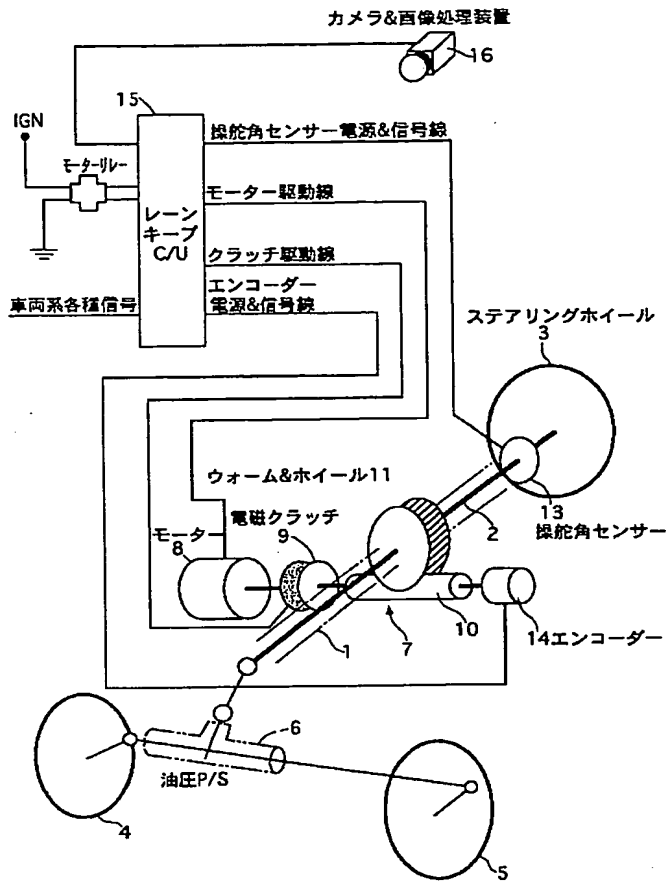
【図5】

フリクション項修正値算出方法

$$\begin{bmatrix} \dot{\phi} \\ \dot{\psi} \\ \dot{\gamma}_r \\ \dot{\gamma}_l \\ \dot{\delta} \\ \dot{\theta} \\ \dot{\tau}_d \\ \dot{\rho} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & 0 & 0 & a_{16} & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -V \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & 0 & 0 & 0 & 0 & -V^2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ a_{51} & a_{52} & a_{53} & 0 & a_{55} & a_{56} & a_{57} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -\lambda_{Td} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -\lambda_{\rho} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi \\ \psi \\ \gamma_r \\ \gamma_l \\ \delta \\ \theta \\ \tau_d \\ \rho \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ b_{57} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

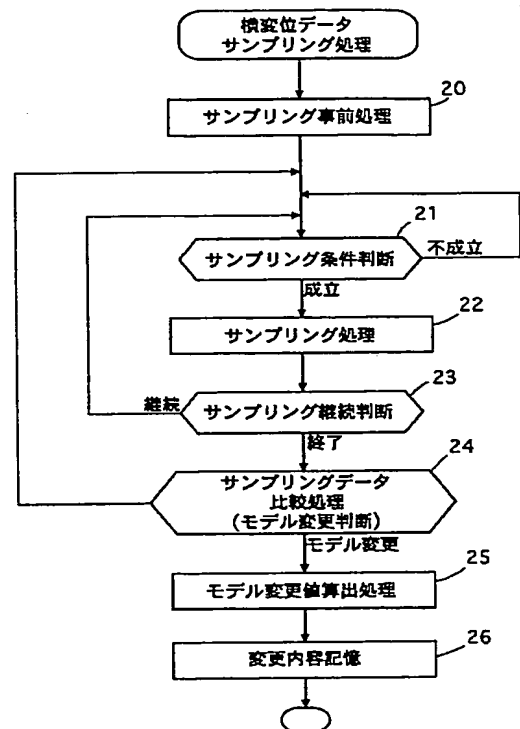
オブザーバ演算に用いるマトリックス内のフリクション関連項(a_{55})の修正値を算出する

【図1】

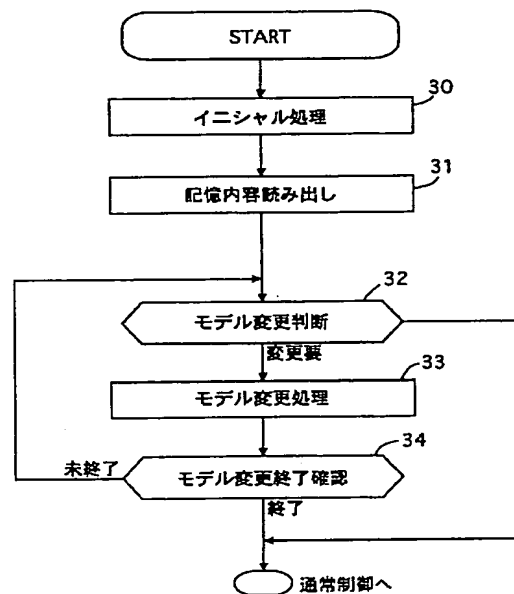


【図2】

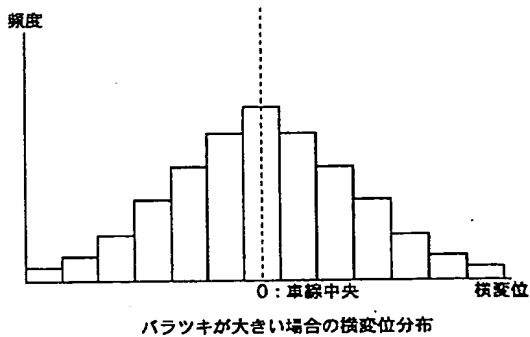
横変位データサンプリング処理フローチャート



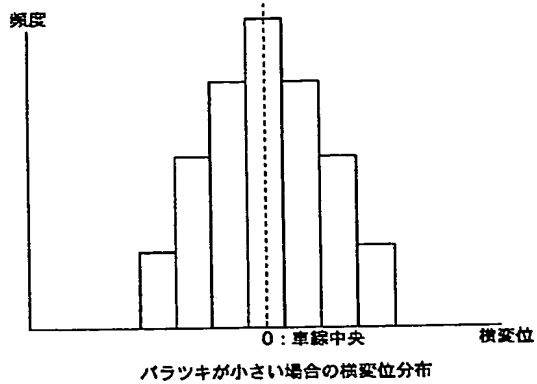
【図3】

モデル変更フローチャート
(プログラムスタート時処理フロー)

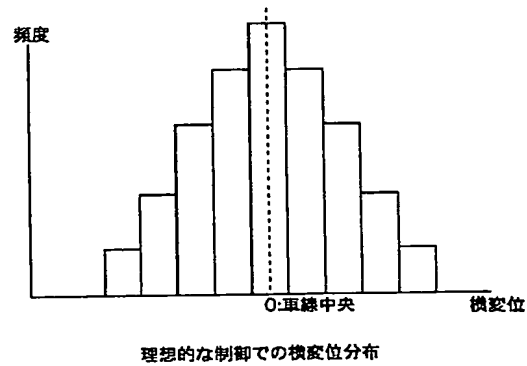
【図6】



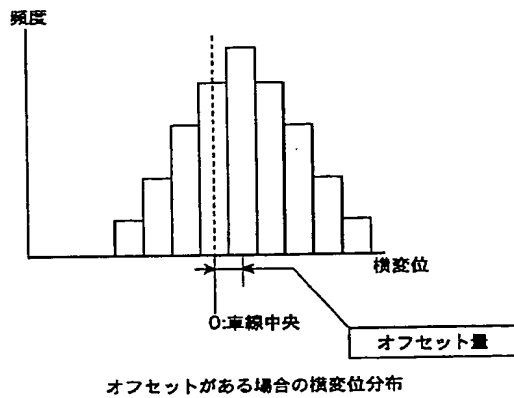
【図7】



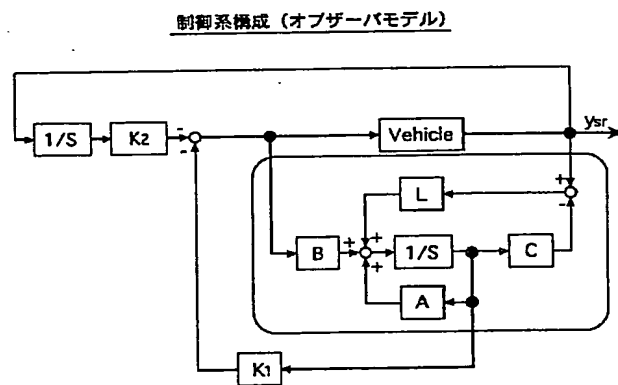
【図8】



【図9】



【図10】



$$\begin{bmatrix} \ddot{\phi} \\ \ddot{\phi}_r \\ \ddot{y}_{cr} \\ \ddot{y}_{cr} \\ \ddot{\theta} \\ \ddot{\theta} \\ \ddot{\rho} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & 0 & 0 & a_{16} & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -V \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & 0 & 0 & 0 & 0 & -V^2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ a_{51} & a_{52} & a_{53} & 0 & a_{55} & a_{56} & g_{51} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -\lambda_{Td} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -\lambda_p \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi \\ \phi_r \\ \dot{y}_{cr} \\ y_{cr} \\ \theta \\ \dot{\theta} \\ \rho \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ b_{51} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} i$$

操舵系フリクション項

フロントページの続き

(72)発明者 島影 正康
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

Fターム(参考) 3D032 CC02 CC20 DA03 DA63 DA84
DA88 DA90 DB11 DC04 DD01
DD02 DE02 EC23 GG01
5H004 GA15 GB12 JB24 KA32 KB04
KC35 KC49 LA12